

**VERFAHREN ZUR MESSUNG DES LADEZUSTANDES VON GALVANISCHEN  
ENERGIEQUELLEN UND VORRICHTUNG ZUR DURCHFUEHRUNG DIESES  
VERFAHRENS**

**Patent number:** DE2242510  
**Publication date:** 1974-04-04  
**Inventor:** BADER CHRISTIAN DR ING  
**Applicant:** DEUTSCHE AUTOMOBILGESELLSCH  
**Classification:**  
- **international:** H01M45/06  
- **european:** H01M10/48  
**Application number:** DE19722242510 19720830  
**Priority number(s):** DE19722242510 19720830

Abstract not available for DE2242510

---

Data supplied from the **esp@cenet** database - Worldwide

51

Int. Cl.:

H 01 m, 45/06

BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND

DEUTSCHES PATENTAMT



52

Deutsche Kl.:

21 k9, 45/06

Behördenaigentum

10

11

21

22

43

# Offenlegungsschrift 2 242 510

Aktenzeichen: P 22 42 510.1-45

Anmeldetag: 30. August 1972

Offenlegungstag: 4. April 1974

Ausstellungspriorität: —

30

Unionspriorität

32

Datum: —

33

Land: —

31

Aktenzeichen: —

54

Bezeichnung:

Verfahren zur Messung des Ladezustandes von galvanischen Energiequellen und Vorrichtung zur Durchführung dieses Verfahrens

61

Zusatz zu: —

62

Ausscheidung aus: —

71

Anmelder:

Deutsche Automobilgesellschaft mbH, 3000 Hannover

Vertreter gem. § 16 PatG: —

72

Als Erfinder benannt:

Bader, Christian, Dr.-Ing., 7000 Stuttgart

56

Rechercheantrag gemäß § 28 a PatG ist gestellt

Prüfungsantrag gemäß § 28 b PatG ist gestellt

Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht zu ziehende Druckschriften:

DT-AS 1 671 684

DL-PS 84 675

US-PS 3 500 167

2242510

DEUTSCHE AUTOMOBILGESELLSCHAFT mbH

H a n n o v e r

24. August 1972

"Verfahren zur Messung des Ladezustandes von galvanischen  
Energiequellen und Vorrichtung zur Durchführung dieses  
Verfahrens"

---

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Messung des Ladezustandes von galvanischen Energiequellen mittels einer an sich bekannten integrierenden Meßeinrichtung und eine Vorrichtung zur Durchführung dieses Verfahrens. Bei den bisher praktisch benutzten Verfahren wird teilweise als Meßgröße, die den Ladezustand charakterisieren soll, die Spannung der galvanischen Energiequelle verwendet, wobei in dieser Messung, da aus der Batteriespannung allein - insbesondere im stromlosen Zustand - praktisch kaum auf den Entladezustand der Batterie geschlossen werden kann, gegebenenfalls noch die Größe des Entladestromes etwas berücksichtigt wird. Jedoch ist letzterer Einfluß vom Innenwiderstand der Batterie abhängig, dessen Wert sich mit dem Entladezustand, der Temperatur und dem Typ der verwendeten Batterie stark ändern kann, so daß auch diese Anzeige nur ungenaue Werte liefert und man mit diesem Verfahren überdies nur dann, wenn ein Entladestrom fließt, den Entladezustand der Batterie beurteilen kann.

Andere bekannte Verfahren zur Messung des Ladezustandes verwenden integrierende Meßeinrichtungen (Ah-Zähler), wobei der Aufladestrom gegebenenfalls unter Bewertung mit einem festen Ladefaktor berücksichtigt wird. Hierbei kann zwar die bei der Entladung der Batterie entnommene elektrische Ladung genau gemessen werden. Jedoch ist bekanntlich die gesamte Ladung, die der Batterie entnommen werden kann - d.h. ihre nutzbare Kapazität - , stark von der Größe des Entladestroms und der Tempe-

2242510

ratur abhängig, so daß auch bei diesem Verfahren bei stark wechselnden Entladeströmen, wie es etwa für die Antriebsbatterien elektrischer Fahrzeuge zutrifft, eine nur wenig befriedigende Aussage darüber getroffen werden kann, welche nutzbare Kapazität der Batterie zu jedem Zeitpunkt noch zur Verfügung steht. Überdies wird durch die Bewertung der Aufladeströme mit einem festen Ladefaktor den physikalischen Gegebenheiten der Batterie nur unzureichend Rechnung getragen, da bekanntlich der Ladefaktor bzw. der Ladewirkungsgrad stark von der Temperatur und vom Ladezustand abhängt und sich insbesondere dann stark verschlechtert, wenn in der Batterie eine Gasentwicklung einsetzt.

Es hat sich gezeigt, daß die einer Batterie entnehmbare Kapazität  $K$  in folgender Weise vom Entladestrom  $I$  der Batterie abhängt

$$\frac{K}{K_5} = \left( \frac{I}{I_5} \right)^{-m}$$

Der Index 5 kennzeichnet dabei die jeweils für den fünfständigen Betrieb geltenden Werte. Der Exponent  $m$  ist vom Typ der Batterie abhängig und weist etwa folgende Werte auf:

Ni/Cd mit Sinterfolienplatten	$m \approx 0,15$
Pb Starterbatterien	$m \approx 0,25$
Pb Traktionsbatterien	$m \approx 0,33$

Der angeführte Zusammenhang weist für den Bereich  $\frac{I}{I_5} = 1 \dots 15$ , der auch etwa beim Antrieb eines elektrischen Fahrzeugs vorliegt, eine völlig ausreichende Genauigkeit auf.

Es ist die Aufgabe der Erfindung, ein Verfahren zu entwickeln, welches in der Lage ist, den Ladezustand von galvanischen Energiequellen präziser anzugeben, als es mit herkömmlichen Verfahren möglich ist.

2242510

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß dadurch gelöst, daß der Ladestrom oder eine dazu proportionale Größe mit einem von der vorgegebenen, mit der Temperatur sich verändernden Gasungsspannung abhängigen und in seinem zeitlichen Verhalten dem Ladeverhalten der Energiequelle angepaßten Ladefaktor - und gegebenenfalls mit einem von der jeweiligen Batterietemperatur abhängigen Faktor und abhängig vom Ladezustand - bewertet wird, bevor er der integrierenden Meßeinrichtung zugeführt wird und daß der Entladestrom oder eine dazu proportionale Größe mit einem von der jeweiligen Batterietemperatur abhängigen Faktor multipliziert und anschließend mit einem Exponenten  $(1+m)$ , dessen Summand  $m$  selbst abhängig von der Batterietemperatur veränderbar ist, potenziert wird, bevor er seinerseits der integrierenden Meßeinrichtung zugeführt wird. Wenn man erfindungsgemäß einer integrierenden Meßeinrichtung eine dem Entladestrom proportionale Spannung, die aber noch vor der Integration mit dem Exponenten  $(1+m)$  potenziert wurde, zuführt, so wird auch die etwa in Prozenten geeichte Skala der Meßeinrichtung den jeweils noch zur Verfügung stehenden Bruchteil der nutzbaren Batteriekapazität richtig wiedergeben. Es sei angemerkt, daß der Exponent  $m$  in weit geringerem Maße von Alterungsvorgängen in der Batterie beeinflusst wird als der bei dem eingangs geschilderten Verfahren zur Messung benutzte Innenwiderstand der Batterie.

Es wird eine dem Aufladestrom proportionale Spannung, die ein entgegengesetztes Vorzeichen aufweist, wie die entsprechende Spannung beim Entladen, direkt, d.h. mit dem Exponenten 1, der integrierenden Meßeinrichtung zugeführt. Dabei wird der Aufladestrom solange mit einem Ladefaktor von ungefähr eins bewertet, als nicht die Batteriespannung die temperaturabhängig vorgegebene Gasungsspannung überschreitet. Beim Überschreiten dieser Spannungsschwelle wird die Bewertung des Ladestroms mit einer der Batterie angepaßten zeitlichen Verzögerung bis auf Null abgesenkt, d.h. es wird die Ladungsmenge, die der Batterie zugeführt wird, wenn ihre Gasentwicklung eingesetzt hat, nur

409814/0553

2242510

zu einem Bruchteil bzw. überhaupt nicht von der integrierenden Meßeinrichtung registriert. Dieses Vorgehen entspricht den bei Bleibatterien vorliegenden physikalischen Gegebenheiten. Bei Batterien mit andersartigem Ladeverhalten läßt sich die Erfindung leicht so modifizieren, daß die Bewertung des Ladestromes abhängig vom Ladezustand, der durch die integrierende Meßeinrichtung angezeigt ist, und gegebenenfalls temperaturabhängig kontinuierlich verkleinert wird, da sich bekanntlich der Ladefaktor, d.h. das Verhältnis der der Batterie zugeführten zu der in ihr gespeicherten Ladung, mit fortschreitender Aufladung vergrößert.

Um dem Verhalten der nutzbaren Batteriekapazität in einem weiten Temperaturbereich Rechnung zu tragen, wird nach einem weiteren Erfindungsmerkmal einerseits der Wert des Exponenten  $m$  mit sinkender Temperatur vergrößert - in einem bestimmten Anwendungsfall ergab sich eine Vergrößerung von  $m$  um etwa 15 %, wenn die Temperatur von  $20^{\circ}\text{C}$  auf  $-20^{\circ}\text{C}$  abgesenkt wurde - und andererseits erfährt die dem Entladestrom proportionale Spannung noch eine zusätzliche proportionale Vergrößerung in Abhängigkeit von der Temperatur, um den Rückgang der nutzbaren Batteriekapazität bei niedrigen Temperaturen zu berücksichtigen.

Eine Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens besteht erfindungsgemäß darin, daß ein Spannungswandler vorhanden ist, welcher die tatsächliche Batteriespannung in eine proportionale Spannung umwandelt, daß ein Spannungsteiler vorhanden ist, dessen einer Teilwiderstand einen negativen Temperaturkoeffizienten aufweist und an dessen Abgriff eine der zulässigen Gasungsspannung proportionale Spannung abgreifbar ist, daß ein als Spannungskomparator geschalteter Operationsverstärker vorhanden ist, in welchem die der tatsächlichen Batteriespannung proportionale Spannung mit der der zulässigen Gasungsspannung proportionalen Spannung vergleichbar ist, daß ein Gegenkopplungskondensator zwischen Ausgang und Eingang des Spannungs-

komparators geschaltet ist und das Ausgangssignal, welches auf einen Transistor wirkt, in seinem zeitlichen Verhalten dem Ladeverhalten der Energiequelle anpaßt, daß ferner ein Stromwandler vorhanden ist, welcher den Batteriestrom in eine proportionale Spannung umwandelt und diese auf den Eingang eines als Proportionalverstärker geschalteten Operationsverstärkers führt, durch welchen über ein erstes Gegenkopplungsnetzwerk die dem Aufladestrom proportionale Spannung mit einem konstanten Faktor multipliziert und anschließend über die Kollektor-Emitter-Strecke des Transistors mit einem vom Ausgangssignal des Spannungskomparators abhängigen Faktor zwischen 0 und 1 multipliziert wird, bevor sie auf den Eingang eines Rechenverstärkers gelangt und daß die dem Entladestrom proportionale Spannung über ein zweites Gegenkopplungsnetzwerk, bei welchem der Widerstand einen negativen Temperaturkoeffizienten aufweist, mit einem von der Batterietemperatur abhängigen Faktor multipliziert und anschließend über eine Parallelschaltung eines Widerstandes mit einem spannungsabhängigen Widerstand mit dem Faktor  $1 + m$  potenziert wird, bevor sie ihrerseits auf den Eingang des Rechenverstärkers gelangt, welcher durch die Beschaltung mit den Widerständen einen der Summe der Eingangsspannungen proportionalen Ausgangsstrom der integrierenden Meßeinrichtung zuführt.

Erfindungsgemäß ist die integrierende Meßeinrichtung mit einer Warnsignaleinrichtung ausgestattet, welche ein Signal abgibt, wenn die verfügbare Batteriekapazität einen vorgebbaren Mindestwert unterschreitet.

Die Zeichnung zeigt schematisch ein Ausführungsbeispiel der Erfindung.

Die Spannung der zu überwachenden Batterie 1 wird über einen Spannungswandler 2 und einen Widerstand R1 der Eingangsklemme 3 eines Operationsverstärkers 4 zugeführt. Gleichzeitig ist der Eingang über den Widerstand R2 noch mit dem Punkt 5 des aus

den Widerständen R3 und R4 bestehenden Spannungsteilers verbunden, wobei R4 ein Widerstand mit negativer Widerstandscharakteristik ist, so daß das Potential des Punktes 5 bei abnehmender Temperatur und geeigneter Dimensionierung von R3 und R4 in demselben Maße sinkt, wie die zulässige Gasungsspannung der Batterie 1 bei abnehmender Temperatur ansteigt. Der Gegenkopplungskondensator C paßt das zeitliche Verhalten der Ausgangsspannung des Verstärkers 4 an der Klemme 6 dem der Batterie an. Die Spannung an der Klemme 6 selbst ist in der gezeichneten Schaltung, wenn die Batterie die Gasungsspannung überschreitet, negativ.

Der Strom der Batterie wird im Stromwandler 7 vorzeichenrichtig erfaßt und über den Widerstand R5 der Eingangsklemme 8 des Verstärkers 9 zugeführt. Das Gegenkopplungsnetzwerk dieses Verstärkers besteht einmal aus dem Widerstand R6 und der Diode D1; es wird dann wirksam, wenn die vom Stromwandler 7 abgegebene Spannung positiv ist, wobei der Batteriestrom  $I_B$  dann auch positiv sein soll und damit zum Aufladen der Batterie dient. Der aus dem Widerstand R7 und der Diode D2 bestehende Teil des Gegenkopplungsnetzwerkes beeinflusst die Messung des Entladestromes der Batterie. Dabei stimmt das prinzipielle Temperaturverhalten des Widerstandes R7 mit dem des Widerstandes R4 überein, so daß die Ausgangsspannung des Verstärkers 9 am Punkt 10 bei gleichbleibendem Entladestrom der Batterie mit abnehmender Temperatur ansteigt, womit bei geeigneter Wahl des Widerstandes R7 die Temperaturabhängigkeit der bei Entladung nutzbaren Batteriekapazität berücksichtigt wird. Die Spannung der Klemme 10 wird über die Parallelschaltung des spannungsabhängigen Widerstandes R8 und des Widerstandes R9 der Eingangsklemme 11 des Verstärkers 12 zugeführt. Diese Parallelschaltung aus einem spannungsabhängigen R8 und einem spannungsunabhängigen Widerstand R9 verwirklicht den Zusammenhang, daß die Messung des Entladestromes, die schon nach Maßgabe der Temperatur bewertet wurde, mit einem Exponenten  $1 + m$



potenziert wird, um den Rückgang der nutzbaren Batteriekapazität bei höheren Entladeströmen zu erfassen.

Die Parallelschaltung ist notwendig zur Einstellung des Exponenten  $1 + m \approx 1,15 \dots 1,33$ , da sich aus Herstellungsgründen als niedrigster Exponent für spannungsabhängige Widerstände nur etwa der Wert 2 verwirklichen läßt. Gleichzeitig wird der Klemme 11 über die Widerstände R10 und R11, die zur Einstellung des Lade faktors dienen, die dem Aufladestrom proportionale Spannung von Klemme 14 zugeführt. Der als Eingangsspannungsteiler wirksame Transistor T1 erhöht dabei den Lade faktor, d.h. er verringert die dem Aufladestrom proportionale Eingangsspannung, wenn die Spannung an Klemme 6 negativ wird bzw. die Batterie die Gasungsspannung überschreitet. Mit Hilfe der Widerstände R13 und R14 ergibt sich ein der entsprechenden Summe der Eingangsspannungen des Verstärkers 12 proportionaler Ausgangsstrom  $i_a$ , der einer integrierenden Meßeinrichtung 13, die beispielsweise aus einem Ah-Zähler bestehen kann, zugeführt wird.

Die vorgestellte prinzipielle Schaltung ist nur als eine Möglichkeit zur Verwirklichung der Erfindungsgedanken anzusehen; es ist ohne weiteres verständlich, daß zur Realisierung der Erfindung statt der spannungs- und temperaturabhängigen Widerstände auch andere Schaltmittel mit entsprechender Charakteristik verwandt werden können. Dabei wird man die gesamte Anordnung, die vorteilhaft mit integrierten Schaltkreisen ausgeführt wird und dann ein nur unbedeutendes Volumen aufweist, zweckmäßigerweise mit dem Stromwandler, der beispielsweise als Shunt ausgeführt sein kann, zusammen direkt an die Batterie anbauen. Man kann dann die Temperaturfühler der Schaltung, etwa die Widerstände R4 und R7, in einen guten Wärmekontakt mit den metallischen Teilen der Batterie bringen und so die für das Verhalten der Batterie charakteristische Temperatur der Elektroden erfassen. Die elektrische Versorgung der Schaltung kann hierbei auch gleichzeitig von der Batterie über-

2242510

geringen Leistungsaufnahme der Schaltung kaum ins Gewicht fällt.

Die integrierende Meßeinrichtung selbst bzw. deren Anzeige kann selbstverständlich an beliebiger, hierfür geeigneter Stelle eingebaut werden.

Im Falle eines Batteriewechsels - etwa bei einem elektrischen Fahrzeug - müssen dann nur, wenn die gesamte Schaltung mit der Batterie fest vereinigt ist, die beiden Meßleitungen der Meßeinrichtung umgesteckt werden.

Ansprüche

1. Verfahren zur Messung des Ladezustandes von galvanischen Energiequellen mittels einer an sich bekannten integrierenden Meßeinrichtung, dadurch gekennzeichnet, daß der Ladestrom oder eine dazu proportionale Größe mit einem von der vorgegebenen, mit der Temperatur sich verändernden Gasungsspannung abhängigen und in seinem zeitlichen Verhalten dem Ladeverhalten der Energiequelle angepaßten Ladefaktor - und gegebenenfalls mit einem von der jeweiligen Batterietemperatur abhängigen Faktor und abhängig vom Ladezustand - bewertet wird, bevor er der integrierenden Meßeinrichtung zugeführt wird und daß der Entladestrom oder eine dazu proportionale Größe mit einem von der jeweiligen Batterietemperatur abhängigen Faktor multipliziert und anschließend mit einem Exponenten  $(1+m)$ , dessen Summand  $m$  selbst abhängig von der Batterietemperatur veränderbar ist, potenziert wird, bevor er seinerseits der integrierenden Meßeinrichtung zugeführt wird.
2. Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß ein Spannungswandler (2) vorhanden ist, welcher die tatsächliche Batteriespannung in eine proportionale Spannung umwandelt, daß ein Spannungsteiler ( $R_3$ ,  $R_4$ ) vorhanden ist, dessen einer Teilwiderstand ( $R_4$ ) einen negativen Temperaturkoeffizienten aufweist und an dessen Abgriff (5) eine der zulässigen Gasungsspannung proportionale Spannung abgreifbar ist, daß ein als Spannungskomparator (4) geschalteter Operationsverstärker vorhanden ist, in welchem die der tatsächlichen Batteriespannung proportionale Spannung mit der der zulässigen Gasungsspannung proportionalen Spannung vergleichbar ist, daß ein Gegenkopplungskondensator (C) zwischen Ausgang (6) und Eingang (3) des Spannungskomparators (4) geschaltet ist

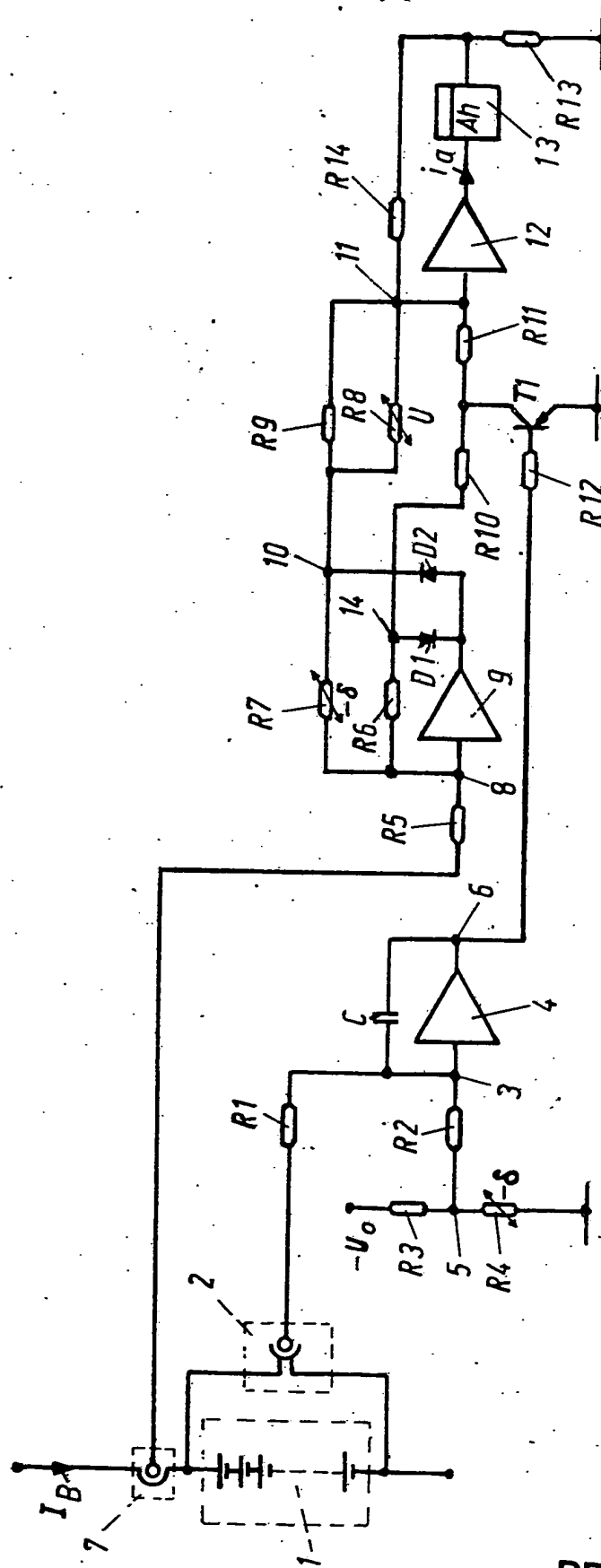
2242510

und das Ausgangssignal, welches auf einen Transistor (T1) wirkt, in seinem zeitlichen Verhalten dem Ladeverhalten der Energiequelle anpaßt, daß ferner ein Stromwandler (7) vorhanden ist, welcher den Batteriestrom in eine proportionale Spannung umwandelt und diese auf den Eingang eines als Proportionalverstärker (9) geschalteten Operationsverstärkers führt, durch welchen über ein erstes Gegenkopplungsnetzwerk (R6, D1) die dem Aufladestrom proportionale Spannung mit einem konstanten Faktor multipliziert und anschließend über die Kollektor-Emitter-Strecke des Transistors (T1) mit einem vom Ausgangssignal des Spannungskomparators (4) abhängigen Faktor zwischen 0 und 1 multipliziert wird, bevor sie auf den Eingang (11) eines Rechenverstärkers (12) gelangt und daß die dem Entladestrom proportionale Spannung über ein zweites Gegenkopplungsnetzwerk (R7, D2), bei welchem der Widerstand (R7) einem negativen Temperaturkoeffizienten aufweist, mit einem von der Batterietemperatur abhängigen Faktor multipliziert und anschließend über eine Parallelschaltung eines Widerstandes (R9) mit einem spannungsabhängigen Widerstand (R8) mit dem Faktor  $(1+m)$  potenziert wird, bevor sie ihrerseits auf den Eingang (11) des Rechenverstärkers (12) gelangt, welcher durch die Beschaltung mit den Widerständen (R13, R14) einen der Summe der Eingangsspannungen proportionalen Ausgangsstrom ( $i_a$ ) der integrierenden Meßeinrichtung (13) zuführt.

3. Vorrichtung nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß die integrierende Meßeinrichtung (13) mit einer Warnsignaleinrichtung ausgestattet ist, welche ein Signal abgibt, wenn die verfügbare Batteriekapazität einen vorgebbaren Mindestwert unterschreitet.

2242510

-M-



BEST AVAILABLE COPY

409814/0553